

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
д.т.н., профессор

_____ **В. Н. Василенко**
(подпись) (Ф.И.О.)

«25» _____ 05 _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки

Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)
(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация выпускника

Магистр

Воронеж

1 Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины “Системный анализ и моделирование” являются: формирование знаний и умений у обучающихся методов системного анализа, синтеза и оптимизации технологических процессов и управления и способов проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

Изучение дисциплины “Системный анализ и моделирование” основывается на учебном материале дисциплин при получении базового образования (квалификация - бакалавр).

Задачи дисциплины:

- разработка теоретических моделей, позволяющих исследовать качество функционирования технологических процессов и управления;
- использование проблемно-ориентированных методов анализа, синтеза и оптимизации процессов;
- математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления с использованием современных технологий проведения научных исследований;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления.

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	ПКв-1	Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИД-1 _{ПКв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами
2	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 _{ПКв-4} – Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
1	2
ИД-1 _{ПКв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими про-	Знает основы разработки математических моделей, описывающих предметную область
	Умеет: строить модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации
	Имеет навыки: проектировать системы управления на базе стандартных технических средств автоматизации и выполнять их анализ

цессами	и настройку для оптимального управления технологическими процессами.
ИД-1 _{ПКв-4} - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции	Знает: математический аппарат, методы и программные продукты для расчета и проектирования систем автоматизации
	Умеет: выполнять расчеты блоков и устройств цифровых многомерных систем управления на предмет использования в соответствии с техническим заданием с использованием математического аппарата и средств программирования
	Имеет навыки применения результатов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации с использованием программных средств для систем управления

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Курс, формируемый участниками образовательных отношений, «Системный анализ и моделирование» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, полученных при изучении дисциплин предметной области по направлению подготовки бакалавров:

- «Теория автоматического управления»;
- «Численные методы в решении задач АСУТП»,
- «Математические модели технологических процессов»,
- «Моделирование систем управления».

Дисциплина «Системный анализ и моделирование» является предшествующей для освоения дисциплин:

- «Цифровые многосвязные системы управления»,
- «Идентификация объектов и систем управления»,
- «Современные программные средства моделирования и управления».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		1	
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	88,05	88,05	
Лекции	17	17	
Практические занятия (ПЗ)	34	34	
В том числе в форме практической подготовки			
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	
В том числе в форме практической подготовки			
Консультации текущие	0,85	$0,05 \cdot 17 = 0,85$	
Виды аттестации (экзамен / зачет, КР)	2,2	$2 + 0,2 = 2,2$	
Самостоятельная работа обучающихся:	94,15	94,15	
Проработка конспекта лекций	8,5	$17 \cdot 0,5 = 8,5$	
Проработка материала по учебникам	43	$688 : 16 \cdot 1 = 43$	
Подготовка к практическим занятиям	3,15	$50,4 : 16 \cdot 1 = 3,15$	
Подготовка к лабораторному практикуму	1,5	$24 : 16 \cdot 1 = 1,5$	
Выполнение практических и лабораторных работ:			
- оформление текста работ	10	$20 \cdot 0,5 = 10$	
- создание программ без графической оболочки	28	$14 \cdot 2 = 28$	
Подготовка к экзамену	33,8	33,8	

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, час
1	2	3	4
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	Основные черты и отличительные особенности системного подхода (СП) и системного анализа (СА). Объекты и предметы СА. Основные понятия, термины и определения. Этапы математического моделирования.	6
2	Основные подходы к математическому методу моделированию процессов и систем	Формирование критериев и целей моделирования. Структура математических моделей. Методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов и систем. Детерминированное описание технологического процесса. Применение численных методов для оптимизации режимных параметров. Обработка и реализация результатов моделирования.	58
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	Постановка задачи моделирования многомерных объектов и систем управления. Скалярное и матричное описание многосвязных динамических объектов и систем управления. Синтез многосвязных систем управления на основе применения методов математического моделирования для исследования и проектирования сложных динамических объектов управления.	59
4	Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления	Назначение и область применения микропроцессорных приборов для моделирования объектов и систем управления. Программное обеспечение и конфигурирование контроллеров. Методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, а также обработки их результатов.	56

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРО, час
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	2	-	-	4
2	Основные подходы к математическому моделированию процессов и систем	6	17	-	35
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	7	17	-	35
4	Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления	2	-	34	20

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	Основные черты и отличительные особенности системного подхода (СП) и системного анализа (СА). Объекты и предметы СА. Основные понятия, термины и определения. Этапы математического моделирования.	2
2	Основные подходы к математическому методу моделированию процессов и систем	Формирование критериев и целей моделирования. Структура математических моделей. Методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов и систем.	6

	ванию процессов и систем	процессов и систем. Детерминированное описание технологического процесса. Применение численных методов для оптимизации режимных параметров. Обработка и реализация результатов моделирования.	
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	Постановка задачи моделирования многомерных объектов и систем управления. Скалярное и матричное описание многосвязных динамических объектов и систем управления. Синтез многосвязных систем управления на основе применения методов математического моделирования для исследования и проектирования сложных динамических объектов управления.	7
4	Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления	Назначение и область применения микропроцессорных приборов для моделирования объектов и систем управления. Программное обеспечение и конфигурирование контроллеров. Методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, а также обработки их результатов.	2

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	-	-
2	Основные подходы к математическому методу моделированию процессов и систем	Построение экспериментально-статических и детерминированных моделей технологических объектов. Составление математического описания процесса ректификации, алгоритмизация решения. Выбор критерия управления, оптимизация. Обработка экспериментальных данных и расчет режимных параметров.	17
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака. Разработка дискретной динамической модели многомерного объекта. Синтез алгоритмов управления на основе автономно-инвариантных принципов.	17
4	Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления	-	-

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	-	-
2	Основные подходы к математическому методу моделированию процессов и систем	-	-
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	-	-
4	Изучение комплекса программно-технических средств цифрового ре-	Конфигурирование микропроцессорного контроллера TPM251.	34

	гулирования	Разработка автоматизированного рабочего места оператора исследовательской установки с помощью MASTER SCADA.	
--	-------------	---	--

5.2.4 Самостоятельная работа студентов (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Принципы системного подхода в моделировании систем	Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям. Основные черты и отличительные особенности системного подхода (СП) и системного анализа (СА). Объекты и предметы СА. Основные понятия, термины и определения. Этапы математического моделирования, пробное тестирование	4
2	Основные подходы к математическому методу моделированию процессов и систем	Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям. Формирование критериев и целей моделирования. Структура математических моделей. Методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов и систем. Детерминированное описание технологического процесса. Применение численных методов для оптимизации режимных параметров. Обработка и реализация результатов моделирования, пробное тестирование	35
3	Методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления	Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям Постановка задачи моделирования многомерных объектов и систем управления. Скалярное и матричное описание многосвязных динамических объектов и систем управления. Синтез многосвязных систем управления на основе применения методов математического моделирования для исследования и проектирования сложных динамических объектов управления, пробное тестирование	35
4	Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления	Проработка материалов по учебникам, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчетов по лабораторным работам № 1,2. Назначение и область применения микропроцессорных приборов для моделирования объектов и систем управления. Программное обеспечение и конфигурирование контроллеров. Методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, а также обработки их результатов, пробное тестирование	20

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст] : учеб. пособие (гриф УМО) / Н. И. Сидняев. – М. : Юрайт, 2015. –495 с.

2. Кудряшов В. С. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами: уч. пособие для вузов / В. С. Кудряшов, В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. – Воронеж: ВГТА, 2005. –336 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

3. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.

<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>

4. Кудряшов, В. С. Настройка и эксплуатация микропроцессорных устройств для систем управления. Теория и практика [Текст]] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, И.А Козенко, А.А. Гайдин; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 236 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

ЭБС “Университетская библиотека online”

<http://biblioclub.ru>

Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179>

Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – М. : ФЛИНТА, 2016. –271 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=93344&sr=1

Буканова, Т.С. Моделирование систем управления: учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 144 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483694>

Дополнительная литература:

1. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака [Текст] / В. С. Кудряшов, С.В. Рязанцев, А.В. Иванов. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГТА, 2011. –172 с.

<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/401>

2. Макаров, Е. Г. Mathcad [Текст] : учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб. : Питер, 2009. –384 с.

3. Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Текст] : учебное пособие для студ. вузов (гриф УМО) / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. : Кноркс : Инфра-М, 2016. - 208 с.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося

1. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.

<http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>

2. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами [Текст] : учеб. пособие (гриф МО) / В. С. Кудряшов, В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. Воронеж. гос. технол. акад. –Воронеж : ВГТА, 2005. –336 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

3. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев и др. Воронеж. гос. унив. инж. техн. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. –144 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=336026&sr=1

4. Кудряшов, В. С. Настройка и эксплуатация микропроцессорных устройств для систем управления. Теория и практика [Текст]] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, И.А Козенко, А.А. Гайдин; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 236 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsuet.ru>>.

2. Базовые федеральные образовательные порталы <http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm>.

3. Государственная публичная научно-техническая библиотека <www.gpntb.ru/>.

4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов <<http://www.ict.edu.ru/>>.

5. Национальная электронная библиотека <www.nns.ru/>..

6. Поисковая система «Апорт» <www.aport.ru/>.

7. Поисковая система «Рамблер» <www.rambler.ru/>.

8. Поисковая система «Yahoo» <www.yahoo.com/>.

9. Поисковая система «Яндекс» <www.yandex.ru/>.

10. Российская государственная библиотека <www.rsl.ru/>.

11. Российская национальная библиотека <www.nlr.ru/>.

6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Рязанцев С.В., Иванов А.В., Гайдин А.А. Методические указания к лабораторной работе «Разработка автоматизированного рабочего места оператора исследовательской установки с помощью MASTERSCADА»/ Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2011. – 31 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Рязанцев С.В., Иванов А.В., Гайдин А.А. Методические указания к лабораторной работе «Конфигурирование микропроцессорного контроллера TPM251»/ Воронеж. гос. унив. инж. техн. – Воронеж : ВГУИТ, 2011. –32 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- Используемые информационные технологии:
- текстовый редактор Microsoft Word или LibreOffice (оформление пояснительных записок лабораторных и практических работ, а также курсовой работы);
 - математический пакет MathCAD или SMathStudio (выполнение программ расчета параметров моделей);
 - интернет ресурсы (информация по работе с математическим пакетом):
 - < <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>>;
 - < <http://www.owen.ru>>;
 - < <http://www.elemer.ru>>;
 - < <http://www.oavt.ru>>;
 - < <http://www.metran.ru>>.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

<p>№327 Учебная аудитория для проведения учебных занятий</p>	<p>Учебные комплексы (управляющие компьютеры на базе процессора Intel Core i5 - 4460 - 14 шт., шкафы автоматического управления - 6 шт. с микропроцессорными приборами: цифровые регуляторы ТРМ1, ТРМ101, ТРМ251, модули ввода/вывода МВ110, МВА8, МВУ8, программируемые логические контроллеры ПЛК110, операторские сенсорные панели СП270, счетчики импульсов СИ8, блоки питания БП14, эмуляторы печи ЭП10, термометры сопротивления ДТС035-50М.В3.120, термопары ДТПЛ015-010.100, преобразователи интерфейсов АС4), мультимедийный проектор, экран</p>
<p>№328 Компьютерный класс</p>	<p>Компьютеры - 14 шт., мультимедийный проектор, экран</p>

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

- Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.
- Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций. Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представлены отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		1	
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	
Контактная работа, в т.ч. аудиторские занятия:	19,6	19,6	
Лекции	4	4	
Практические занятия (ПЗ)	6	6	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
Консультации текущие	0,6	$0,15 \cdot 4 = 0,6$	
Виды аттестации (экзамен / зачет, КР)	3	$2 + 0,2 + 0,8 = 3$	
Самостоятельная работа обучающихся:	189,6	189,6	
Проработка конспекта лекций	20	$40 \cdot 0,5 = 20$	
Проработка материала по учебникам	28,6	$457,6 : 16 \cdot 1 = 28,6$	
Подготовка к практическим занятиям	50	$800 : 16 \cdot 1 = 50$	
Подготовка к лабораторному практикуму	47	$752 : 16 \cdot 1 = 47$	
Оформление текста работ	10	$20 \cdot 0,5 = 10$	
Создание программ без граф. оболочки	34	$17 \cdot 2 = 34$	
Подготовка к экзамену	6,8	6,8	

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

1 Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	ПКв-1	Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИД-1 _{ПКв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами
2	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 _{ПКв-4} - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
1	2
ИД-1 _{ПКв-1} – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Знает основы разработки математических моделей, описывающих предметную область
	Умеет: строить модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации
	Имеет навыки: проектировать системы управления на базе стандартных технических средств автоматизации и выполнять их анализ и настройку для оптимального управления технологическими процессами.
ИД-1 _{ПКв-4} - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции	Знает: математический аппарат, методы и программные продукты для расчета и проектирования систем автоматизации
	Умеет: выполнять расчеты блоков и устройств цифровых многомерных систем управления на предмет использования в соответствии с техническим заданием с использованием математического аппарата и средств программирования
	Имеет навыки применения результатов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации с использованием программных средств для систем управления

2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Модуль 1 – Принципы системного подхода в моделировании систем. Основные подходы к математическим методам моделированию процессов и систем. Методы математического моде-	ПКв-1 ПКв-4	Задания к лабораторным работам (Разработка автоматизированного рабочего места оператора исследовательской установки с помощью MASTER SCADA,	01 ÷ 25 01 ÷ 25	Принятие отчетов по лабораторным и практической работам, текущие опросы (прослеживается по рейтинговой оцен-

	лирования сложных динамических объектов и систем управления. Изучение комплекса программно-технических средств для моделирования систем управления.		Конфигурирование микропроцессорного контроллера ТРМ251). Задание к практической работе (Оптимизация режима процесса по математической модели).	01 ÷ 25	ке знаний обучающихся)
			Вопросы к экзамену	01 ÷ 33	Экзамен

3 Оценочные средства для аттестации

3.1 Вопросы к экзамену

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка вопроса
ПКв-1	01	Основные понятия моделирования. Этапы математического моделирования
ПКв-1	02	Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математических моделей на примере
ПКв-1	03	Классификация методов построения математических моделей процессов
ПКв-1	04	Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах
ПКв-1	05	Основные черты и отличительные особенности системного подхода и системного анализа
ПКв-1	06	Объекты и предметы системного анализа
ПКв-1	07	История развития и необходимость появления системного анализа
ПКв-1	08	Рабочие этапы реализации системного анализа: анализ проблемы, определение и анализ структуры системы, диагноз существующего состояния
ПКв-1	09	Формирование целей и критериев, декомпозиция цели
ПКв-1	10	Построение системных моделей
ПКв-4	11	Обработка результатов моделирования, реализация результатов
ПКв-4	12	Примеры объектов, требующих системного подхода к моделированию
ПКв-4	13	Постановка задач системного моделирования
ПКв-4	14	Система и ее части, декомпозиция, агрегирование, координация
ПКв-4	15	Модели подсистем
ПКв-4	16	Проблемы и методы сокращения размерности моделей больших систем
ПКв-4	17	Вычислительный эксперимент и имитационное моделирование
ПКв-1	18	Построение экспериментально-статических и детерминированных мо-

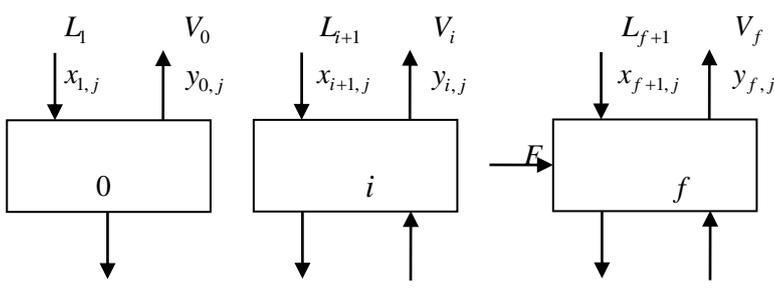
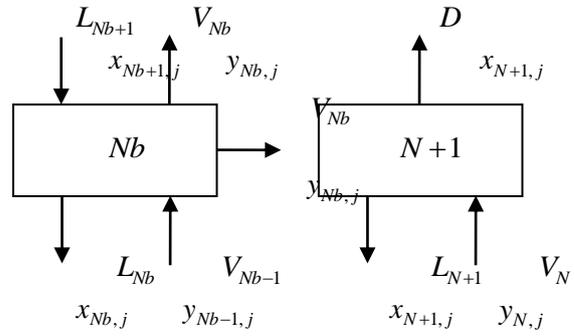
		делей технологических объектов
ПКв-4	19	Выбор критериев управления
ПКв-4	20	Оптимизация систем
ПКв-4	21	Идентификация математических моделей процессов и систем и оценка адекватности моделей
ПКв-4	22	Исследование чувствительности моделей систем управления
ПКв-1 ПКв-4	23	Исследование устойчивости моделей систем управления нестационарными объектами
ПКв-1	24	Детерминированные математические модели типовых процессов
ПКв-1	25	Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации
ПКв-1	26	Детерминированное моделирование на примере математического описания статики процесса ректификации многокомпонентных смесей
ПКв-1 ПКв-4	27	Схема материальных потоков процесса ректификации. Группы уравнений и допущений
ПКв-1 ПКв-4	28	Математическое описание условий фазового равновесия парожидкостных систем
ПКв-1 ПКв-4	29	Расчет количества пара, жидкости в питании колонны и их составов
ПКв-1 ПКв-4	30	Алгоритмизация решения математического описания процесса многокомпонентной ректификации
ПКв-1 ПКв-4	31	Схема алгоритма решения математического описания процесса многокомпонентной ректификации
ПКв-1 ПКв-4	32	Идентификация модели МКР
ПКв-1 ПКв-4	33	Оптимизация режима колонны по модели

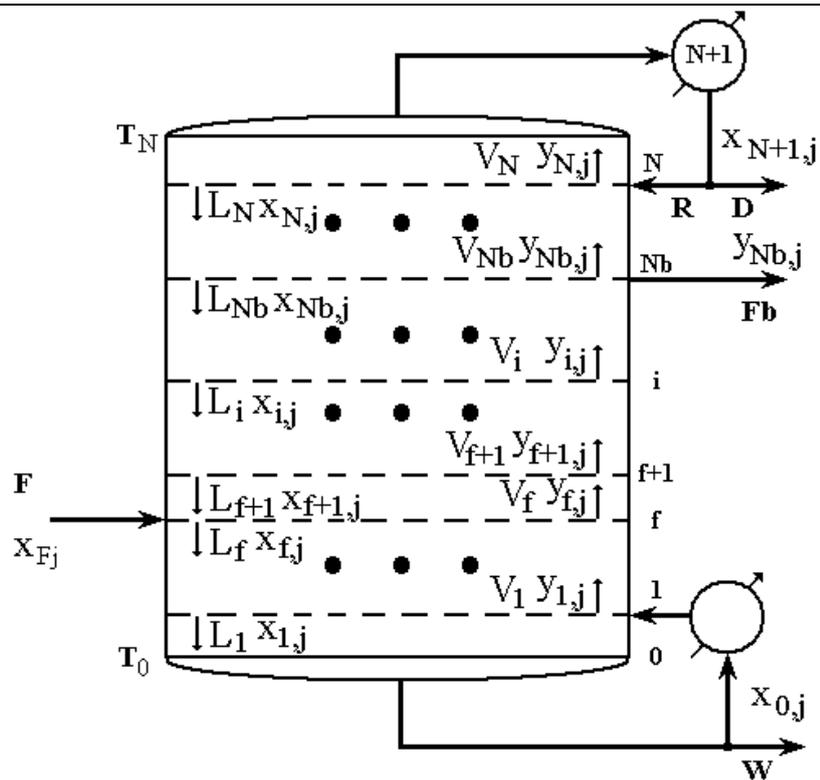
3.2 Задачи (кейс-задания) к экзамену

Индекс компетенции	№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
1	2	3
ПКв-1 ПКв-4	01	<p>Для расчета коэффициентов уравнения регрессии $\hat{y} = f(x, b_0, b_1, \dots)$ по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам b и составить систему уравнений для их расчета.</p> $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i^o - f(x_i^o, b_0, b_1, \dots))^2 \xrightarrow{b_0, b_1, \dots} \min$ <p>Необходимым и достаточным условием минимума функции является равенство нулю первых производных по искомым коэффици-</p>

		<p>ентам:</p> $\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i^3 - f(x_i^3, b_0, b_1, \dots)] \cdot \left(-\frac{\partial f(x_i^3, b_0, b_1, \dots)}{\partial b_0} \right) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i^3 - f(x_i^3, b_0, b_1, \dots)] \cdot \left(-\frac{\partial f(x_i^3, b_0, b_1, \dots)}{\partial b_1} \right) = 0$ <p>.....</p>
<p>ПКв-1 ПКв-4</p>	<p>02</p>	<p>Для расчета коэффициентов уравнения $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$ по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \cdot x - b_2 \cdot x^2)^2 \xrightarrow{b_0, b_1, b_2} \min$ <p>Находим первые производные по искомым коэффициентам и приравниваем их к нулю:</p> $\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - b_0 - b_1 \cdot x - b_2 \cdot x^2] \cdot (-1) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - b_0 - b_1 \cdot x - b_2 \cdot x^2] \cdot (-x) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b_2} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - b_0 - b_1 \cdot x - b_2 \cdot x^2] \cdot (-x^2) = 0$ <p>Выполнив аналитические преобразования, составляем систему нормальных уравнений:</p> $\begin{cases} b_0 \cdot N + b_1 \cdot \sum_{i=1}^N x_i + b_2 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 = \sum_{i=1}^N y_i \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^N x_i + b_1 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^3 = \sum_{i=1}^N y_i \cdot x_i \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 + b_1 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^3 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^4 = \sum_{i=1}^N y_i \cdot x_i^2 \end{cases}$
<p>ПКв-1 ПКв-4</p>	<p>03</p>	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172.</p> <p>При отсутствии параллельных опытов качество аппроксимации оценивается сравнением остаточной дисперсии $S_{ост}^2$ и дисперсии относительно среднего S_y^2:</p> $F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2}$ <p>Чем больше рассчитанное значение F превышает табличное значение (при отсутствии параллельных опытов):</p> $F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2} > F_{табл}(p, f_1, f_2),$ <p>тем точнее модель описывает объект.</p> $F = 0,002 / 0,0001 > 9,1172$ <p>Таким образом, модель адекватна объекту.</p>

<p>ПКв-1</p>	<p>04</p>	<p>Записать уравнения материального баланса по каждому компоненту</p>
--------------	-----------	---

ПКВ-4		<p>для куба, i-той тарелки колонны ректификации и для тарелки питания (f-ой тарелки).</p>  $L_1 \cdot x_{1,j} - V_0 \cdot y_{0,j} - W \cdot x_{0,j} = 0$ $L_{i+1} \cdot x_{i+1,j} + V_{i-1} \cdot y_{i-1,j} - L_i \cdot x_{i,j} - V_i \cdot y_{i,j} = 0$ $L_{i+1} \cdot x_{i+1,j} + V_{i-1} \cdot y_{i-1,j} - L_i \cdot x_{i,j} - V_i \cdot y_{i,j} = 0$
ПКВ-1 ПКВ-4	05	<p>Записать уравнение материального баланса по каждому компоненту для тарелки бокового отбора Nb и для $N + 1$-ой тарелки (дефлегматор) колонны ректификации.</p>  $L_{Nb+1} \cdot x_{Nb+1,j} + V_{Nb-1} \cdot y_{Nb-1,j} - L_{Nb} \cdot x_{Nb,j} - (V_{Nb} + Fb) \cdot y_{Nb,j} = 0$ $V_N \cdot y_{N,j} - L_{N+1} \cdot x_{N+1,j} - D \cdot x_{N+1,j} = 0$
ПКВ-1 ПКВ-4	06	<p>Линеаризовать трансцендентное уравнение Аррениуса: $k = k_0 \cdot e^{\frac{E}{R \cdot T}}$.</p> <p>Логарифмируем левую и правую части уравнения: $\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{R \cdot T}$.</p> <p>Выполняем замены: $z = \ln k$, $b_0 = \ln k_0$, $x = \frac{1}{T}$, $b_1 = -\frac{E}{R}$.</p> <p>В результате получаем уравнение прямой $z = b_0 + b_1 \cdot x$, удобное для использования МНК. Для практического использования уравнения Аррениуса необходимо провести обратный пересчет: $k_0 = e^{b_0}$, $E = -b_1 \cdot R$.</p>
ПКВ-1 ПКВ-4	07	<p>Составить схему материальных потоков колонны ректификации с одним вводом сырья в жидкой фазе и одним боковым отбором в газовой фазе, а также записать уравнения материальных балансов по секциям колонны.</p>



$$V_i = R + D + Fb, \quad 0 \leq i \leq Nb$$

$$V_i = R + D, \quad Nb < i \leq N.$$

$$L_0 = W = F - D - Fb;$$

$$L_i = R + F, \quad 1 \leq i \leq N_F;$$

$$L_i = R, \quad N_F < i \leq N + 1.$$

ПКв-1
ПКв-4

08

Задан диапазон изменения температуры: 50÷80 °С. Необходимо рассчитать координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента.

$$z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2}, \quad \Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}, \quad x_j = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j},$$

где z_j^0 - координата центра плана; Δz_j^0 - интервал варьирования; x_j - значение факторов в безразмерной системе координат.

$$z_1^0 = \frac{80+50}{2} = 65; \quad \Delta z_1 = \frac{80-50}{2} = 15; \quad x_j^{\max} = +1, \quad x_j^{\min} = -1$$

ПКв-1
ПКв-4

09

Какое 1) количество уравнений в системе уравнений материальных балансов колонны ректификации, 2) количество неизвестных параметров в системе уравнений и 3) число систем уравнений для расчёта профиля концентраций по высоте колонны (N - число тарелок, k - количество компонентов смеси)?

1) N+2

2) N+2

k

ПКв-1
ПКв-4

10

Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?

$$N = l^k, \quad \text{где } l - \text{число уровней для каждого фактора; } k - \text{число факто-}$$

		ров. $N=81 = 3^4$
--	--	----------------------

3.3 Тесты (тестовые задания)

Индекс компетенции	№ задания	Тест (тестовое задание)
1	2	3
ПКВ-1 ПКВ-4	1 +	При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов? <input type="radio"/> при детерминированном <input type="radio"/> при статистическом
ПК-16	2 +	Адекватность полученной модели устанавливается по критерию: <input type="radio"/> Кохрена <input type="radio"/> Фишера <input type="radio"/> Стьюдента
ПКВ-1 ПКВ-4	3 +	Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров? <input type="radio"/> активный <input type="radio"/> пассивный
ПКВ-1 ПКВ-4	4 +	Чему равны числа степеней свободы f_1, f_2 относительно среднего и остаточной дисперсий (N - объем выборки; $l=4$ - число связей, наложенных на выборку)? <input type="radio"/> $f_1=20, f_2=4$ <input type="radio"/> $f_1=19, f_2=16$ <input type="radio"/> $f_1=20, f_2=19$
ПКВ-1 ПКВ-4	5	Матрица планирования со столбцом фиктивной переменной составляется при:

ПКВ-4	+	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Освобождение человека от функций управления и передача этих функций техническим устройствам <input type="radio"/> Замена ручного труда на технические средства для выполнения технологических операций
ПКВ-1 ПКВ-4	11 +	<p>Какие объекты управления называются многомерными?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> объекты, имеющие два и более входных и выходных параметров ($r > 2$) <input type="radio"/> объекты с величиной r более пяти
ПКВ-1 ПКВ-4	12 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии</p> $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ <p>называется эффектом взаимодействия?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> b_0 <input type="radio"/> b_j <input type="radio"/> $b_{u,j}$
ПКВ-1 ПКВ-4	13 +	<p>Для соответствия разностного уравнения $y_i = a \cdot y_{i-1} + b \cdot u_{i-1}$ апериодическому звену 1-го порядка для параметра a должны выполняться ограничения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $a < 0$ <input type="radio"/> $a > 1$ <input type="radio"/> $0 < a < 1$
ПКВ-1 ПКВ-4	14 +	<p>При такте квантования $T_0 = 0,1$ мин целое число тактов запаздывания $d = 10$. Чему равно d при уменьшении такта в четыре раза?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $d \approx 3$ <input type="radio"/> d не изменится <input type="radio"/> $d = 40$
ПКВ-1 ПКВ-4	15 +	<p>Зависят ли параметры дискретных динамических моделей каналов объектов и регуляторов от длительности такта квантования?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> не зависят <input type="radio"/> зависят
ПКВ-1 ПКВ-4	16 +	<p>Расчет компенсатора возмущений в комбинированной системе регулирования можно выполнить из условия инвариантности и численными методами оптимизации. Какой вариант расчета дает более высокое качество регулирования?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> аналитический вывод из условия инвариантности <input type="radio"/> методы численной оптимизации
ПКВ-1 ПКВ-4	17 +	<p>Что является условием окончания решения системы уравнений покомпонентного материального баланса колонны ректификации?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> достижение концентраций компонентов в дистилляте и кубовом продукте регламентных значений <input type="radio"/> выполнение условия стехиометрии для каждой контактной ступени разделения в колонне с достаточной степенью точности <input type="radio"/> выполнение общего материального баланса колонны
ПКВ-1 ПКВ-4	18 +	<p>Какая модель статики процесса ректификации будет более точно описывать изменение концентраций компонентов по высоте колонны?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> модель с линейным температурным профилем <input type="radio"/> модель с нелинейным температурным профилем <input type="radio"/> модель с постоянной температурой по высоте колонны

ПКВ-1 ПКВ-4	19 +	Парциальное давление j-того компонента – это: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> давление паров чистого компонента <input type="radio"/> давление паров чистого компонента умноженное на его концентрацию <input type="radio"/> общее давление системы
ПКВ-1 ПКВ-4	20 +	Уравнение идеального дифференцирующего звена: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $y(t) = k \int_0^t u(t) dt$ <input type="radio"/> $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \frac{du(t)}{dt}$ <input type="radio"/> $y(t) = k \frac{du(t)}{dt}$
ПКВ-1 ПКВ-4	21 +	Общее число уравнений материальных балансов для всех контактных ступеней колонны ректификации (N - число тарелок): <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> N <input type="radio"/> $N + 1$ <input type="radio"/> $N + 2$
ПКВ-1 ПКВ-4	22 +	В какую группу уравнений входит закон Генри? <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> уравнения баланса на основе законов сохранения массы и энергии <input type="radio"/> уравнения кинетики <input type="radio"/> уравнения термодинамики
ПКВ-1 ПКВ-4	23 +	Каскадные схемы управления применяются: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> при наличии контролируемых возмущений в объекте управления <input type="radio"/> при возможности выделить в объекте более быстродействующий внутренний контур <input type="radio"/> при наличии перекрёстных связей в объекте
ПКВ-1 ПКВ-4	24 +	Наличие пропорциональной составляющей в алгоритме регулирования: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> повышает быстродействие регулятора <input type="radio"/> повышает точность регулятора <input type="radio"/> обеспечивает отсутствие перерегулирования
ПКВ-1 ПКВ-4	25 +	Для описания нестационарных режимов объектов моделирования с сосредоточенными параметрами применяются: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> алгебраические уравнения <input type="radio"/> обыкновенные дифференциальные уравнения <input type="radio"/> дифференциальные уравнения в частных производных <input type="radio"/> интегральные уравнения
ПКВ-1 ПКВ-4	26 +	Какому методу аппроксимации соответствует замена первой производной функции $y(t)$ разностью $y'(t) = \frac{\partial y(t)}{\partial t} \approx \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2 \cdot T_0}$? <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> метод правых разностей <input type="radio"/> метод левых разностей <input type="radio"/> метод центральных разностей
ПКВ-1 ПКВ-4	27	Рекуррентный метод наименьших квадратов обеспечивает идентификацию дискретных динамических моделей: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> в разомкнутом контуре регулирования

	+	<input type="radio"/> в замкнутом контуре регулирования
ПКВ-1 ПКВ-4	28 +	Количество неизвестных параметров в системе уравнений материального баланса колонны ректификации (N - число тарелок, k - количество компонентов смеси): <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $(2 \cdot N + 3) \cdot k$ <input type="radio"/> $(N + 2) \cdot k$ <input type="radio"/> $2 \cdot N + 3$
ПКВ-1 ПКВ-4	29 +	Чувствительность системы управления это: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> степень влияния изменения входных параметров системы на выходные <input type="radio"/> свойство системы возвращаться в исходное состояние при нанесении возмущающего воздействия
ПКВ-1 ПКВ-4	30 +	Какие управляющие воздействия используются для управления процессом ректификации? <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> расходы сырья и флегмы на колонну, расход теплоносителя в кипятильник колонны <input type="radio"/> расход флегмы и теплоносителя в кипятильник колонны <input type="radio"/> температура в кубе колонны и расход флегмы
ПКВ-1 ПКВ-4	32 +	Чем определяется выбор критерия оптимизации при синтезе системы регулирования? <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> требованиями к качеству ведения процесса <input type="radio"/> наличием инструментальных средств проектирования у разработчика <input type="radio"/> техническими характеристиками приборов и средств автоматизации на объекте
ПКВ-1 ПКВ-4	33 +	Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 50 и 80 <input type="radio"/> 4000 и 80 <input type="radio"/> 65 и 15

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2015 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2012 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине «**Системный анализ и моделирование**» применяется бально-рейтинговая система.

Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования, сдачи тестов, кейс-заданий, задач и сдачи разделов курсового проекта по предложенной преподавателем теме, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

Бальная система служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине. Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Студент, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена и/или зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена и/или зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена и/или зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена и/или зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене и/или зачете не учитывается.

Экзамен и/или зачет может проводиться в виде тестового задания и кейс-задач или собеседования и кейс-заданий и/или задач.

Для получения оценки «отлично» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 90 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 89,99 баллов;

- оценки «удовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74,99 баллов;

- оценки «неудовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
ПКв-1 - Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами					
Знать	собеседование по практике; Кейс-задача; экзамен; тест	Знает основы разработки математических моделей, описывающих предметную область	Обучающийся знает построение экспериментально-статистических и феноменологических методов построения математических моделей и методы численной оптимизации	Зачтено	Базовый
			Обучающийся не знает построение экспериментально-статистических и феноменологических методов построения математических моделей и методы численной оптимизации		
Уметь	собеседование по практике; собеседование по лабораторной; Кейс-задача; экзамен; тест	Умеет: строить модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации	Обучающийся провёл синтез модели системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Зачтено	Продвинутый
			Обучающийся не провёл синтез модели системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту		
Владеть	собеседование по практике; собеседование по лабораторной; Кейс-задача; экзамен; тест	Имеет навыки: проектировать системы управления на базе стандартных технических средств автоматизации и выполнять их анализ и настройку для оптимального управления технологическими процессами.	Обучающийся оформил результаты исследований, сделал выводы и подготовил материалы научных обзоров и публикаций	Зачтено	Высокий
			Обучающийся не оформил результаты исследований, сделал выводы и подготовил материалы научных обзоров и публикаций		
ПКв-4 - Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции					

Знать	собеседование по практике; Кейс-задача; экзамен; тест	Знает: математический аппарат, методы и программные продукты для расчета и проектирования систем автоматизации	Обучающийся знает построение экспериментально-статистических и феноменологических методов построения математических моделей и методы численной оптимизации	Зачтено	Базовый
Уметь	собеседование по практике; собеседование по лабораторной; Кейс-задача; экзамен; тест	Умеет: выполнять расчеты блоков и устройств цифровых многомерных систем управления на предмет использования в соответствии с техническим заданием с использованием математического аппарата и средств программирования	Обучающийся провёл синтез модели системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Зачтено	Продвинутый
			Обучающийся не провёл синтез модели системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Не зачтено	Не освоено
Владеть	собеседование по практике; собеседование по лабораторной; Кейс-задача; экзамен; тест	Имеет навыки применения результатов моделирования, анализа, синтеза и оптимизации с использованием программных средств для систем управления	Обучающийся оформил результаты исследований, сделал выводы и подготовил материалы научных обзоров и публикаций	Зачтено	Высокий
			Обучающийся не оформил результаты исследований, сделал выводы и подготовил материалы научных обзоров и публикаций	Не зачтено	Не освоено